

大学院		電気通信学研究科	博士前期課程	知能機械工学専攻
氏 名	桶田 史朗			学籍番号 0434016
論 文 題 目	粉粒体中の音響伝播に関する実験			
要 旨				
<p>工業的な応用の重要性から、粉粒体は古くから研究されてきたが、その挙動については経験的な知識こそ多いものの、定量的な予測に繋がる不変的な法則は見つかっていない。このことについては本研究で扱う粉粒体における音響特性に関しても同様である。</p> <p>粉粒体における音波は、工業的には粉体層の流動性の改善などに用いられ、また、物理現象的には地震時の地盤の流動化や、粉体層に振動をかけた際に特定部位のみ振動し、角のような隆起を起こす oscillon と呼ばれる現象にも関係する。特に後者の現象の場合、群速度の伝播が無い状態、つまり音響エネルギーがその他に広がっていかないことが原因ではないかと推測されている。しかし、群速度を扱う上で重要である、波数と角振動数の関係を示す分散関係については、理論面での研究はされているものの実験での測定は多くない。そこで、本研究では実験的に粒子層における音速度を測定し、分散関係を調査した。測定にあたり、粒子の衝突シミュレーションで用いられる場合と似たモデルを用いる、一次元単原子鎖および基本構造を持つ三次元格子における分散曲線と似た曲線が得られると予想した。</p> <p>まず、一次元単原子鎖に対応するものとして、一つの粒子を直線的に配列した粒子列中を垂直に設置し、レーザー変位計により入出力波形を計測し、その時間差から音速度を求めた。粒子列の充填は、真鍮製のレールを二本用いて粒子を挟み込み、直線性を担保した。測定は信号発生器により矩形パルス波を入力し、振幅の依存性及び周波数の依存性を調査した。ここで、周波数の変化はパルス波の幅を変化させることで行った。先に行われたシミュレーションにより、正弦波を入力した場合、定常波が発生することが解っており、測定に不都合と判断したためである。測定の結果分散関係に結びつくような速度変化を得られなかった。粒子を保持するレールの摩擦と、粒子列の直線性を確保できなかったことによると考えられる。</p> <p>次に、三次元格子に対応するものとして、円筒容器中に充填した粒子層中の音速度を測定した。粒子層の場合、粒子配列によって秩序だった配列の層（order 層と呼ぶ）、無秩序な配列の層（disorder 層と呼ぶ）。層の状態をこれらに区別して充填し、粒子列の場合と同様に各々について振幅の依存性及び周波数の依存性を調査した。振幅依存性の場合、振幅を増加させるにつれ、速度の上昇が見られ、また、disorder 層では order 層の 40% 近く速度が大きいことが解った。また、構造の変化を促すため大振幅を与えた後では双方ともに音速度が減少した。この間、体積減少は起こっていないため、音速度に対する粒子構造の影響が大きいことが解った。周波数依存性に関しては、粒子列同様分散関係に繋がる結果は得られなかった。</p>				